



Universidad
Zaragoza



Universidad de Zaragoza
Facultad de Ciencias de la Salud

Grado en Fisioterapia

Curso Académico 2016 / 2017

TRABAJO FIN DE GRADO
EFECTOS DE LA TERAPIA DE CAMPO MAGNÉTICO EN LA
OSTEOGÉNESIS. Revisión Sistemática.

Autor/a: Sofía Monti Ballano

ÍNDICE

1. Resumen	Página 3
2. Introducción	
2.1 Historia de la terapia de campo magnético	Página 4
2.2 Mecanismos biológicos en los que influye	Página 5
2.3 Proceso de osificación	Página 6
2.4 Estudios <i>in vitro</i> de magnetoterapia en diferenciación osteoclástica	Página 8
2.5 Justificación del estudio	Página 8
3. Objetivos	Página 10
4. Metodología	Página 10
5. Resultados	
5.1 Resultados de la estrategia de búsqueda	Página 13
5.2 Resultados de los estudios	Página 14
6. Discusión	
6.1 Discusión de resultados	Página 21

6.2 Limitaciones del estudio	Página 24
7. Conclusiones	Página 25
8. Bibliografía	Página 26
9. Anexos	
Anexo 1. Ítems escala PEDro	Página 31
Anexo 2. Clasificación de Sarmiento	Página 31
Anexo 3. Cuestionario SF-26	Página 32
Anexo 4. Significado puntuaciones SF-36	Página 33
Anexo 5. Clasificación de Winquist de las fracturas diafisarias femorales conminutas	Página 33
Anexo 6. Imagen clasificación de Winquist	Página 34

1. RESUMEN

INTRODUCCIÓN. El concepto de magnetismo es conocido desde hace más de 3.500 años y desde la Edad Media se le asignaban propiedades curativas para el ser humano. En el siglo XX se comenzó a estudiar sus efectos sobre el hueso animal y posteriormente en relación al humano. El mecanismo biológico en el que influye no está muy claro, aunque la mayoría de los autores sostiene que el principal mecanismo es el efecto piezoeléctrico. Para entender cómo, esta terapia, puede influir en la generación de nuevo tejido óseo, hace falta comprender el proceso de regeneración ósea con la diferenciación osteoblástica. El cual ha sido muy estudiado en estudios *in vitro* con exposición a diferentes campos magnéticos.

OBJETIVOS. General: analizar la bibliografía de ensayos clínicos existentes de los últimos 7 años y aportar conclusiones actualizadas sobre los efectos de la terapia de campo magnético en la osteogénesis. Específicos: Conocer si existen diferencias entre: el tiempo de tratamiento y la efectividad de éste en la osteogénesis. El tipo de campo magnético y la efectividad de éste en la osteogénesis. La zona de tratamiento y la efectividad de éste en la osteogénesis.

METODOLOGÍA. Se realizó una revisión sistemática gracias a la búsqueda bibliográfica de ensayos clínicos controlados aleatorizados en las bases de datos PubMed, ScienceDirect, Alcorze, Web of Science y PEDro.

RESULTADOS. Se incluyeron nueve estudios publicados entre el 2011 y el 2014.

CONCLUSIÓN. Según la bibliografía consultada, los efectos de la terapia de campo magnético en la osteogénesis no tienden a ser positivos. Ni parece que existan diferencias entre el tipo, el tiempo, ni la zona de tratamiento con respecto a la efectividad de éste. Es necesaria la realización de más ensayos clínicos con homogeneidad en los campos magnéticos para afirmar o negar la efectividad de esta terapia en la osificación.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Historia de la terapia de campo magnético

El origen de la noción de magnetismo es muy antiguo; se remonta a más de 3.500 años. Entonces ya se descubrió que una piedra especial, la magnetita o imán natural, atraía las limaduras de hierro e incluso adhería a los objetos de este metal (1).

El nombre de "magnetita" parece derivar de la comarca de Magnesia, en la región griega de Tesalia, donde parece ser que se observaron sus propiedades de imán natural desde tiempos muy remotos. Por otro lado está la interpretación de Nicandro de Colofón, según la cual, este nombre procedía de un cierto pastor llamado *Magnes* que observó la atracción que el suelo rico en este mineral, ejercía sobre las partes de hierro de sus botas y cayado (1).

Muchos siglos después, en la Edad Media, la magnetita fue utilizada por los alquimistas europeos que le asignaban ciertas propiedades (vigor, alivio del dolor, salud, detección de los procesos de envejecimiento y un amplio rango de singulares características) (2).

En el siglo XVI, *Paracelso*, consideró a los imanes especialmente útiles para la curación de los enfermos en los casos de inflamaciones de todas clases, flujos, ulceraciones, epilepsia,... En el año 1600, William Gilbert estableció teorías en relación a la electricidad y el magnetismo terrestre, realizando un estudio sistemático y completo sobre las propiedades de los imanes (1).

Aunque la magnetoterapia se vio desacreditada en nombre de la razón con el racionalismo y el positivismo de la Ilustración; *Frederik Franz Anton Mesmer* afirmó que las propiedades del imán natural eran un remedio para todas las enfermedades y creía que todos los seres animados estaban dotados de una fuerza semejante, que él llamó "magnetismo animal", y era capaz de producir curaciones en los órganos a los que se aplicara. A esta teoría terapéutica se la llamó "mesmerismo" en su honor (1).

Más tarde, *James Clerk Maxwell*, realizó la formalización lógica y matemática para alcanzar un modelo científico que establecía el concepto de "los campos eléctricos y magnéticos" (3).

Con respecto a la terapia de campo magnético en relación a su efecto en el hueso, los japoneses *Fukada* y *Yasuda*, físico y ortopédico, en 1953 fueron los primeros en demostrar en conejos, los efectos piezoeléctricos del hueso y la colágena, cuando estos son sometidos a una compresión mecánica o a una corriente eléctrica (4).

Muchos investigadores en los últimos 30 años están trabajando acerca de problemas de investigación básica y aplicada de los campos magnéticos, los imanes y sus efectos sobre los organismos vivos; se han publicado miles de artículos en diferentes revistas y se trabaja en muchas instituciones científicas en relación este tema (5).

2.2 Mecanismos biológicos en los que influye

Como concepto general, siempre que se aplique energía magnética al organismo, se afirmará que se trata con magnetoterapia, pero es habitual usar la expresión imanoterapia cuando se colocan imanes encima de la superficie corporal y magnetoterapia para los equipos que consiguen la fuerza magnética de forma artificial, tanto si lo hacen en campo continuo como en campo alterno y en campo pulsado (6).

La acción terapéutica más utilizada de esta terapia es la estimulación de la osteogénesis (7), *Basset* fue el primero en utilizar el campo electromagnético pulsátil (CEMP) en el tratamiento de las lesiones óseas. Aunque también se utilizan en otros tipos de patología como: procesos inflamatorios, distrofia simpático refleja, osteoporosis, úlceras varicosas, úlceras por decúbito (8).

Pese a que, como ya se ha visto, esta terapia lleva cientos de años utilizándose, aún no está claro el mecanismo biológico sobre el que actúa. Varios autores (9–11) afirman que su efecto en la osteogénesis, se basa en

el efecto piezoeléctrico que consiste en la generación de cargas eléctricas en el hueso al ser sometido a una deformación mecánica.

Sin embargo, otros autores (5) añaden, además del efecto ya comentado, un efecto de magnetización como efecto biológico primario que produce la estabilización de la bomba de Na y la activación de los sistemas REDOX; entre otros. Y, además, un efecto metabólico que sería el responsable de todos los procesos trófico-estimulantes y de la reparación tisular.

Por otro lado, hay algunos (6) que se centran en aspectos más generales suponiendo que el magnetismo manifiesta efectos y fuerzas que actúan sobre las cargas eléctricas de los iones; además puede influir en el umbral de polarización de membrana.

2.3 Proceso de osificación

Puesto que esta revisión se va a centrar en los efectos de la terapia de campo magnético en la osteogénesis, se va a realizar un breve resumen del proceso de regeneración ósea.

El hueso es un tejido conjuntivo mineralizado muy vascularizado e innervado, que está estructurado en laminillas de matriz osteoide calcificada. La disposición de estas laminillas es la que determina que el hueso sea cortical o esponjoso. Ambos están constituidos por osteonas. El hueso cortical o compacto se estructura en conductos de Havers recubiertos de laminillas en disposición concéntrica donde se sitúan los osteocitos. El hueso esponjoso o trabecular lo constituyen laminillas óseas en forma de red que delimitan cavidades areolares en cuyo interior se encuentra médula ósea (12).

En el tejido óseo coexisten varios tipos de células: osteoblastos, pre-osteoblastos, osteocitos, osteoclastos, pre-osteoclastos y células linfoides. Durante la diferenciación osteoblástica desde las células mesenquimales pluripotenciales se liberan una serie de marcadores de diferenciación como la sialoproteína ósea (BSP) y la osteocalcina (OCN), los cuales son marcadores de diferenciación del pre-osteoblasto al osteoblasto y aparecen cuando se inicia la mineralización. La expresión de estas y otras proteínas

resulta especialmente útil como marcadores osteogénicos en los estadios finales de la diferenciación osteoblástica (13).

Los osteoblastos sintetizan matriz ósea activamente, y pasan a denominarse osteocitos cuando quedan envueltos por dicha matriz madura. En este estadio disminuyen su actividad sintetizadora y pasan a ejercer el control metabólico de la matriz extendiendo sus prolongaciones y formando una extensa red que la surca. Ambos tipos celulares pertenecen a la estirpe mesenquimática. Los osteoclastos por el contrario, son células multinucleadas de la estirpe monocítica y su función es la destrucción de la matriz del hueso (14).

La regeneración tisular es la respuesta que consigue la *restitutio ad integrum* del tejido tras un trauma, a diferencia de la reparación, donde el tejido que se forma es un tejido cicatricial, con características diferentes al original. En este sentido el hueso es el único tejido del organismo, a excepción del tejido embrionario, que se restituye totalmente tras una lesión (15).

El hueso presenta un potencial de regeneración muy elevado a través de proceso dinámico de remodelación que envuelve la neoformación y la reabsorción ósea, caracterizando la casi total ausencia de cicatriz. A pesar de ello, algunos defectos óseos no presentan remodelación espontánea, necesitando factores que estimulen la reparación (16). En comparación con otros tejidos del organismo, la velocidad de reparación del hueso es inferior a la de otros tejidos (17).

La regeneración ósea origina una respuesta en la que están involucrados los vasos sanguíneos, las células y la matriz extracelular. Desde los estudios de Trueta (18) se sabe de la importancia de los vasos sanguíneos en la osteogénesis. Tras un trauma, se produce una respuesta inflamatoria y un hematoma inicial, con hematíes, plaquetas y fibrina. Las células del coágulo liberan interleuquinas y factores de crecimiento, originando la migración de linfocitos, macrófagos, precursores de osteoclastos y células mesenquimales pluripotenciales. Estas señales moleculares promueven la diferenciación hacia células endoteliales, fibroblastos, condroblastos y osteoblastos, dando origen a un nuevo tejido fibrovascular, que reemplazará al coágulo inicial.

Todo ello está regido por una serie de complejas interacciones entre factores de crecimiento, hormonas y citoquinas. En este proceso va a ser fundamental el aporte vascular, la síntesis proteica y la mineralización (13).

2.4 Estudios *in vitro* de magnetoterapia en diferenciación osteoclástica

Debido a la complejidad de estudiar los efectos que puede tener la terapia de campo magnético en la diferenciación osteoclástica humana, en estudios *in vivo*, se han realizado numerosos estudios *in vitro* midiendo diversos marcadores de diferenciación.

Un estudio de 2010 (19), sugiere que los campos electromagnéticos pulsátiles (PEMF) pueden potenciar la proliferación y diferenciación de las células madre mesenquimales de la médula ósea.

Otro estudio de 2010 indica que los PEMF pueden estimular de forma directa las células hacia una diferenciación osteogénica. Esto apoya la teoría de que el tratamiento con PEMF puede reclutar estas células para facilitar una respuesta osteogénica *in vivo*.

Por último, destacar una revisión (20) que analiza 11 estudios *in vitro* y tiene como conclusión que el tratamiento con campos electromagnéticos podría ser útil para mejorar las actividades celulares para la regeneración de tejidos mediante la estimulación de células.

2.5 Justificación del estudio

Tras realizar una revisión profunda de la bibliografía, se observó la inexistencia de consenso que existe con respecto a la utilización de la terapia de campo magnético en la práctica clínica.

Además, se comprobó la inexistencia de revisiones sistemáticas sobre este tema desde el 2011, con artículos anteriores al 2010.

Asimismo, ésta y anteriores revisiones no concuerdan en relación a los resultados.

Por todo lo anterior, se propone la realización de una revisión sistemática en pacientes con disminución de densidad ósea o necesidad de consolidación ósea, tratados únicamente con terapia de campo magnético, con comparación gracias a un grupo control y mostrando resultados de acuerdo con el nivel de osificación con diferentes pruebas (densitometría, calidad y cantidad de movimiento, dolor,...).

3. OBJETIVOS

General:

Analizar la bibliografía de ensayos clínicos existentes de los últimos 7 años y aportar conclusiones actualizadas en relación a los efectos de la terapia de campo magnético en la osteogénesis.

Específicos:

Conocer si existen diferencias entre:

- El tiempo de tratamiento y la efectividad de éste en la osteogénesis.
- El tipo de campo magnético y la efectividad de éste en la osteogénesis.
- La zona de tratamiento y la efectividad de éste en la osteogénesis.

4. METODOLOGÍA

Esta revisión sistemática ha sido realizada siguiendo los criterios establecidos en la declaración PRISMA (21), siendo un diseño de estudio observacional y retrospectivo.

Durante los meses de Marzo y Abril de 2017 se realizó la búsqueda de los ensayos clínicos disponibles de las bases de datos electrónicas PubMed, ScienceDirect, AlcorZe, PEDro y Web of Science; así como la revisión de la bibliografía de los artículos seleccionados posteriormente y de las revisiones sistemáticas encontradas.

Para la construcción de la estrategia se utilizó el formato PICO (22). Este ofrece un marco para la descomposición de los parámetros de búsqueda en diferentes categorías, véase Tabla 1.

La estrategia de búsqueda se utilizó independientemente de cada base de datos. Se utilizaron una combinación de los siguientes descriptores MeSH para obtener el mayor número de artículos disponibles: "Magnetic Field Therapy", "Osteogenesis", "Fractures", "Bone", "Humans"; tanto en inglés como en español –en las bases de datos que tienen bibliografía en español–.

Los resultados obtenidos en estas búsquedas se sometieron a los siguientes criterios de inclusión:

- Sólo estudios realizados en humanos
- Ensayos clínicos controlados aleatorizados
- Sólo se incluyeron ensayos publicados en 2010 o posteriores
- Sólo artículos en inglés y en español

Los criterios de exclusión utilizados fueron:

- Se excluyeron todos los artículos que administraran más de un tratamiento al grupo de intervención.
- Se excluyeron todos los artículos que no mostraran como principal resultado el nivel de osificación.

Tabla 1. Formato PICO

Paciente	Necesidad de regeneración ósea
Intervención	Terapia de campo magnético
Comparación	Comparación con grupo control
“Outcomes”	Resultados sobre la osteogénesis

La estrategia de búsqueda completa en PubMed fue la siguiente frase en el buscador: ((Magnetic field therapy[MeSH Terms]) AND ((osteogenesis[MeSH Terms]) OR (bone[MeSH Terms]) OR (fracture[MeSH Term])))). Como límites se añadieron artículos publicados en 2010 o posteriores, ensayos clínicos y que fueran realizados en humanos.

En Alcorze y en Science Direct fueron estrategias muy parecidas con utilización de operadores booleanos.

Por otro lado, en Web of Science y PEDro se realizaron búsquedas independientes por especificaciones de estos buscadores. Se utilizaron todas las combinaciones para dar el mayor número de artículos como resultados.

Para la valoración de la calidad metodológica se utilizó la escala PEDro-Español (anexo 1), la cual está basada en la lista de Delphi desarrollada por Verhagen y sus colaboradores en el Departamento de Epidemiología de la Universidad de Maastricht (23). La puntuación total que puede conseguir cada estudio es de 10 puntos.

En relación a la evaluación de los resultados, éstos se definieron como estadísticamente significativo(s) cuando $p \leq 0,05$ y no significativo(s) cuando $p > 0,05$. Y se mostraron en la Tabla 1.

5. RESULTADOS

5.1 Resultados de la estrategia de búsqueda

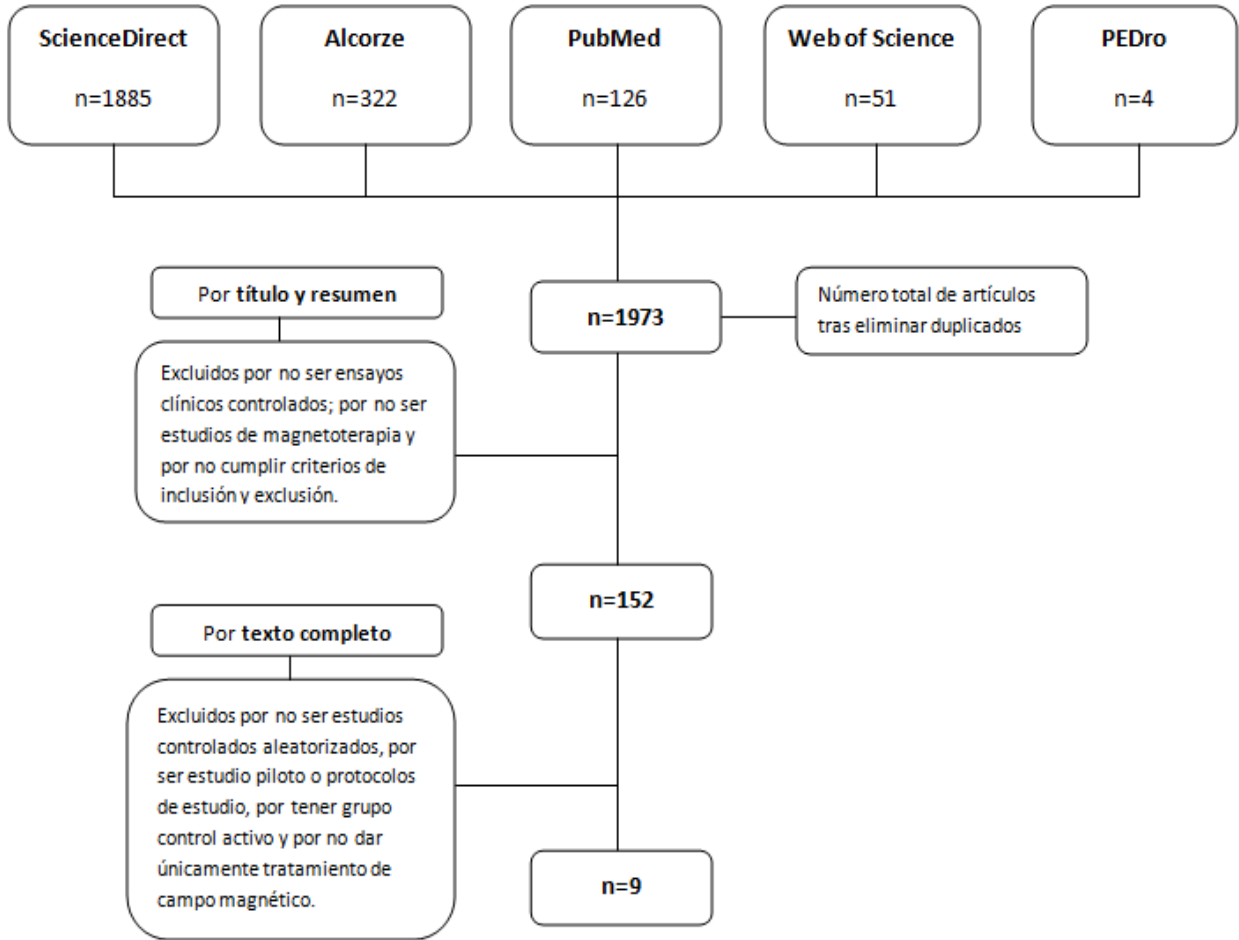
En la primera búsqueda se obtuvieron un total de 2388 artículos, después de eliminar los duplicados quedaron 1973 estudios.

Tras la comprobación de título y el resumen, se excluyeron un total de 1821 artículos por no ceñirse al tema de la revisión ni a los criterios de inclusión y exclusión.

Para finalizar, se revisó el texto completo de los 152 artículos restantes seleccionando 9 ensayos clínicos para ser analizados en esta revisión. Dos de los cuales se pidieron al servicio de obtención de Documentos de la Universidad de Zaragoza con resultado positivo. El proceso de selección de los artículos se muestra en la fig. 1.

Después de pasar la escala PEDro, hubo solamente un artículo con puntuación menor a 5 sobre 10, el cual no se excluyó ya que esta puntuación fue debida a la falta de explicación del tipo de ciego seguido. Los demás obtuvieron una puntuación de 7 o mayor sobre 10. Se detallan cada uno de los artículos en la tabla 2.

Figura 1. Diagrama de flujo de selección de los artículos.



5.2 Resultados de los estudios

Los principales datos extraídos de los 9 ensayos clínicos seleccionados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Síntesis resultados

Autor año	n	Tipo de sujetos	Tipo de intervención	Tiempo de intervención	Variables medidas	Resultados	p valor	PE Dro
Mészáros, S et al. (2013) (24)	11	Mujeres osteoporóticas	SMF	30 minutos/día. Semanal. 10 semanas.	VAS Osteocalcina β -CTX	NS	p>0.3, p>0.15 p>0.5	7
Mauro, R et al. (2011) (25)	30	Fractura de Colles	Continua	30 minutos/día. Diario. 30 días.	Clasificación Sarmiento Rayos-X	Eficaz	/	4
Shi, H et al. (2013) (26)	64	Fracturas con unión retardada	PEMF	8 horas/día. Diario. 19 semanas de media.	Rayos-X (3 meses y final), VAS	SS*	p>0.2, p=0.03 /	9
Martinez-Rondanelli, A et al. (2014) (27)	63	Fractura cerrada de diáfisis de fémur	Diseño propio (baja frecuencia)	1 hora/día. Diario. 8 semanas.	Rayos-X, dolor, longitud mmii	NS	p \geq 0.1, /	10
Spadaro, J et al. (2011) (28)	99	Fractura antebrazo o mano con osteopenia	PEMF	1,2 o 4 horas/día. Diario. 8 semanas.	DXA, pQCT	NS	p>0.2, p>0.35	8
Adie, S et al. (2011) (29)	259	Fractura diáfisis tibial	PEMF	10 horas/día. Diario. 12 semanas.	2ª intervención, Rayos-X, SF-36	NS	p>0.45 p>0.55 p=0.08	9

Hannemann, P et al. (2012) (30)	53	Fractura escafoides carpiano	PEMF	24 horas/día. Diario. 6-12 semanas.	Rayos-X, valoración clínica	NS*	p>0.32 p<0.05	9
Moncada, M (2011) (31)	64	Fractura cerrada de diáfisis de fémur	Diseño propio (baja frecuencia)	1 hora/día. Diario. 8 semanas.	Rayos-X, clasificación Winquist, valoración clínica	NS	p>0.5	9
Hannemann, P et al. (2014) (32)	102	Fractura escafoides carpiano	PEMF	24 horas/día. Diario. 6 semanas.	Rayos-X, TC, valoración clínica	NS*	p>0.2 p=0.001	10

n: tamaño muestral **SMF:** static magnetic field **PEMF:** pulsing electromagnetic fields **VAS:** visual analogue scale **β-CTX:** β-crosslaps **NS:** no existen diferencias estadísticamente significativas **SS*:** sí existen diferencias estadísticamente significativas pero no en todas las variables **NS*:** no existen diferencias estadísticamente significativas en la principal variable pero sí en otras variables **mmii:** miembros inferiores **DXA:** gammagrafía de la densidad mineral ósea **pQCT:** tomografía computada cuantitativa periférica **TC:** tomografía computarizada

En el estudio de Mézáros, S et al. (24) recibieron tratamiento 6 mujeres postmenopaúsicas con osteoporosis, deformidad vertebral y dolor lumbar crónico, comprándolas con 5 mujeres de las mismas características. Todas ellas de entre 50 y 70 años. Se les aplicó un campo magnético estático de 192 mT de intensidad en la zona lumbar en un total de 10 semanas (1 semanalmente). Las variables medidas para determinar sus resultados fueron el dolor con una escala visual analógica, y los marcadores de diferenciación como son la osteocalcina y los β-crosslaps (telopéptidos carboxiterminales) gracias a una muestra de sangre analizada en la primera visita y en la última. En los resultados no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables medidas siendo el menor p valor el de la osteocalcina (mayor de 0.15).

En el estudio de Mauro, R et al. (25) se utiliza campo electromagnético continuo de 16 mT de intensidad y 50 Hz d frecuencia; en 15 pacientes,

hombres y mujeres, de entre 33 y 88 años, con fractura de Colles recién producida. Para determinar la eficacia o no del tratamiento, se determinó como consolidación eficaz, estar en la etapa II o III de la clasificación de Sarmiento (Anexo 2) antes de la sexta semana de tratamiento. Sus resultados se presentaron en forma de porcentaje, ya que no se realiza ningún tipo de análisis estadístico; mostrando así una consolidación antes de la sexta semana del 6.66% de los pacientes del grupo control, y un 93.3% de pacientes en el grupo experimental. Estos resultados se interpretaron como que la terapia de campo magnético es eficaz en este tipo de pacientes.

La muestra del estudio de Shi, H et al. (26) fueron pacientes hombres y mujeres, de entre 19 y 68 años, que tenían fractura con unión retardada de fémur, tibia, húmero, cúbito o radio. El tratamiento con PEMF se inició entre las 16 semanas y los 6 meses después de la operación; aplicado 8 horas al día hasta que se produjera la consolidación (máximo de 6 meses). Los resultados se midieron gracias a radiografías a los 3 meses y al final del tratamiento, evaluadas por 4 cirujanos diferentes. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas a favor de los PEMF al final del tratamiento, con una media de 4.8 meses de tratamiento.

El estudio de Martínez-Rondanelli, A et al. (27) aplicó la terapia con PEMF en 32 pacientes de entre 18 y 59 años, con fractura cerrada de la diáfisis femoral, a las 6 semanas de la fractura. Los valores de intensidad del campo estuvieron entre 0.5 y 2 mT; los de frecuencia entre 5 y 105 Hz. Los resultados se midieron gracias a radiografías realizadas en la semana 6, 12, 18 y 24. Encontraron diferencias a favor de la terapia de campo magnético pero no fueron estadísticamente significativas.

Spadaro, J et al. (28) dividieron la muestra en cuatro grupos diferentes, uno con placebo y otros tres con PEMF pero aplicados 1 hora al día, 2 horas al día o 4 horas al día respectivamente durante 8 semanas. Los PEMF se administraban con una intensidad de 2 mT y una frecuencia de 15 Hz. A los pacientes se les realizaba una gammagrafía de la densidad mineral ósea y tomografía computada cuantitativa periférica. Según los resultados de estas dos pruebas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas a

favor del grupo experimental en ninguna de las dos pruebas. Tampoco se vio evidencia según el tiempo de exposición.

La muestra del estudio de Adie, S et al. (29) es la más numerosa, con 259 pacientes con fractura de la diáfisis tibial. Su principal variable para determinar la mejora de la osificación es la necesidad de una segunda intervención quirúrgica valorada por dos cirujanos diferentes, también tienen en cuenta valoraciones radiológicas y el cuestionario SF-36 (Anexo 3 y 4). Las radiografías se realizaron a los 3, 6 y 12 meses. Los resultados sólo salieron estadísticamente significativos en el cuestionario SF-36 a favor del grupo experimental, pero no en la mejora del proceso de osificación.

El primer estudio de Hannemann, P et al. de 2012 (30) aplicó los PEMF con una frecuencia de 15 Hz y una amplitud de 50 mV; en 24 pacientes con fractura de escafoides carpiano. Se les proporcionaba un aparato que emitía el campo magnético durante 24 horas al día, y se realizaban las valoraciones en la semana 4, 6, 9, 12, 24 y 54. A parte de la valoración radiográfica, se realizaba una valoración clínica que consistía en valorar la sensibilidad al dolor en la tabaquera anatómica y a la compresión en el escafoides; el rango articular activo de flexo-extensión de muñeca, de desviación radial y cubital y la fuerza de prensión. De todas las variables medidas, solamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la sensibilidad al dolor en la tabaquera anatómica y a la compresión en el escafoides a las 6 semanas del tratamiento, a favor del grupo experimental.

Moncada, M et al. (31), realizaron un estudio muy parecido al de Martínez-Rondanelli, A et al. (27), con mismo tipo de pacientes y mismo tipo y tiempo de intervención. La única diferencia fue el tipo de variables medidas, ya que Moncada, M et al. utilizó la clasificación de Winqvist (anexo 5 y 6) y valoración clínica como la marcha autónoma, presencia de deformidad,... Al igual que el estudio de Martínez-Rondanelli, A et al. se encontraron diferencias a favor de la terapia de campo magnético siendo estas no estadísticamente significativas.

El segundo estudio de Hannemann, P et al. (32) tiene una muestra mayor que el primero, de 102 pacientes con las mismas características del

primero. Teniendo, además, el mismo tipo y tiempo de intervención. En cuanto a las variables se añadió la tomografía computarizada. Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental en la fuerza de presión en la semana 12 de tratamiento. Las demás comparaciones de las restantes variables no fueron estadísticamente significativas.

Los 9 ensayos clínicos controlados aleatorizados, tienen tratamiento placebo en el grupo control, mediante un dispositivo igual que el del grupo experimental, pero sin producir ningún tipo de campo magnético.

Se puede comprobar una gran variabilidad de tiempos de tratamiento, desde 30 minutos a la semana durante 8 semanas, sumando un total de 4 horas en todo el tratamiento (24); a 24 horas al día con un dispositivo fijo (el cual se paraba únicamente cuando realizaban las revaloraciones), durante un periodo de 6 a 12 semanas dependiendo de la unión de la fractura, sumando un total de 288 horas de tratamiento (30).

Esta variabilidad también existe en el tipo de campo magnético utilizado en el grupo experimental. Las intensidades utilizadas se establecen en rangos de 0.5 a 2 mT en dos estudios (27,31) hasta los 192 mT (24). Por otro lado, las frecuencias varían desde rangos entre 5-105 Hz (27,31), campos magnéticos de 15 Hz (28,30,32) y campos de 50 Hz (25). Cabe destacar la ausencia de datos con respecto a la frecuencia y la intensidad de los campos magnéticos utilizados en dos de los estudios analizados (26,29), donde sólo comentan que han utilizado campos electromagnéticos pulsátiles (PEMF).

Con respecto a las variables medidas, únicamente dos de los estudios (24,28) no utilizan la valoración radiográfica para realizar su diagnóstico de consolidación ósea.

Finalmente, es de gran relevancia analizar los resultados de los análisis estadísticos realizados en los 9 ensayos estudiados. Para este análisis es necesario descartar el artículo de Mauro, R. et al. (25) ya que los resultados que aporta son en base a porcentajes y no los somete a ningún tipo de análisis estadístico.

Dentro de los 8 restantes, sólo hay un artículo que tenga diferencias estadísticamente significativas en alguna de sus principales variables, en este caso en la valoración radiológica realizada por varios radiólogos y cirujanos al final del tratamiento (4.8 meses de media de duración del tratamiento). Esta diferencia no es estadísticamente significativa si se valora a los 3 meses del tratamiento.

Los dos artículos de Hannemann, P et al. (30,32) presentan una diferencia estadísticamente significativa en una de sus variables en un periodo de tiempo del tratamiento puntual. El primero muestra una $p=0.03$ en la sensibilidad de la tabaquera anatómica a las 6 semanas del inicio del tratamiento y $p=0.008$ en la sensibilidad al dolor en la compresión longitudinal de la zona de fractura. El segundo presenta un p valor igual a 0.001 con respecto a la comparación de los dos grupos en la fuerza de prensión medida con algómetro en la 12 semana. Todos estos resultados no son estadísticamente significativos en ninguna de las otras valoraciones en otros periodos de tratamiento, ni anteriores ni posteriores.

Como se puede comprobar en la tabla 1, no existe ningún p valor mayor a 0.05 en los demás estudios, en ninguna de las variables analizadas en todos ellos. Aunque en varios de ellos (27,31) los autores destacan que sí que ha habido diferencias con respecto al grupo control a favor de la terapia de campo magnético aunque no sean estadísticamente significativas señalando la necesidad de futuras investigaciones.

6. DISCUSIÓN

6.1 Discusión de resultados

El objetivo de la presente revisión sistemática fue aportar conclusiones actualizadas de la terapia de campo magnético en la osteogénesis, los nueve estudios analizados aportaban resultados sobre esta pregunta de investigación. Además, como objetivos específicos se buscaba conocer la influencia del tipo, tiempo y zona de tratamiento con respecto a la efectividad de la terapia. En relación a estos últimos objetivos, un estudio (28) analiza los efectos en relación al tiempo de tratamiento gracias a la utilización de tres grupos de intervención con diferente tiempo de exposición a la terapia y un grupo control con terapia placebo, y también, en relación a la zona de tratamiento debido al tipo de pacientes que componía su muestra. En ninguno de los dos casos hay diferencias estadísticamente significativas con respecto a la zona ni al tiempo de tratamiento.

De los nueve ensayos clínicos, el único que tiene resultados positivos en todas sus variables (25) tiene la calidad metodológica más pobre según la escala PEDro (anexo I), y sus resultados se basan en porcentajes y no en un análisis estadístico, esto hace que no se puedan sacar conclusiones generalizadas a otro grupo de población.

Para centrarse en el objetivo específico en relación a la posible existencia de diferencias entre el tipo de campo magnético y la efectividad de éste en la osteogénesis, separaremos los estudios según su tipo de campo magnético. Esto se hace bastante complicado debido a que sólo uno (28) de los ocho artículos restantes especifica tanto el tipo de campo (entre pulsátil y continuo), como el valor concreto de intensidad y frecuencia del campo utilizado para el tratamiento.

El estudio de Mézáros et al., es el único que utiliza terapia de campo magnético continuo, y como se puede ver en la tabla 1, no han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los marcadores óseos entre el grupo control y experimental. Estos resultados no concuerdan con los mostrados en un estudio de Costantino et al. (33), que presentan una

aceleración de curación de la fractura gracias a la terapia de campo magnético continuo. Sin embargo, estos resultados no se pueden comparar ya que la dosis con respecto al tiempo de aplicación de la terapia no es similar; en el primero se realiza el tratamiento semanalmente y en el segundo diariamente. Además, el estudio de Costantino et al. (33) no es un estudio controlado, por lo que metodológicamente no dispone de la evidencia necesaria como para sacar conclusiones más generales.

De los siete estudios restantes, cinco utilizan PEMF (26,28-30,32) (pulsing electromagnetic fiels), pero ninguno tiene valores iguales con respecto a la frecuencia e intensidad lo que hace imposible la comparación de los resultados de estos estudios.

Los dos estudios no mencionados aún (27), tienen un tipo de magnetoterapia con diseño propio, en la que mencionan que es magnetoterapia de baja frecuencia pero dando intervalos de frecuencia e intensidad muy amplios, impidiendo así la comparación con otros estudios con respecto al tipo de campo magnético.

Para el siguiente objetivo específico, en relación al tiempo de tratamiento y la efectividad de éste en la osteogénesis; es aún más complicado hacer comparaciones correctas de los resultados debido a la gran variabilidad de tiempo de intervención; tanto con respecto al tiempo diario/semanal de tratamiento como a la duración de aplicación de éste a lo largo de meses.

Sin embargo, existen tres estudios (27,28,31) que coinciden en tiempo de tratamiento tanto en las horas diarias como en los meses de exposición a la terapia; 1 hora al día, de forma diaria durante 8 semanas. Las conclusiones de estos tres estudios son las más favorables del total analizados, ya que el estudio de Martínez et al. (27) y Moncada et al. (31) muestran que hay diferencias entre el grupo control y el experimental, a favor de éste último, aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas. Por otro lado, el estudio de Spadaro et al. (28) dentro de los tres grupos experimentales, en el único que existen diferencias estadísticamente significativas en alguna de sus variables, es en el grupo que recibe 1 hora diaria. Aunque las conclusiones de este último, muestran que no hay

evidencia suficiente con respecto a la existencia de diferencias entre el tiempo de exposición y los efectos de la terapia.

Para terminar con este objetivo, los dos estudios de Hanneman et al. (30,32) aplican la terapia 24 horas al día en sus pacientes. Ninguno de los dos tiene diferencias estadísticamente significativas en las variables que miden la consolidación ósea, aunque sí en algunas de sus variables sobre la sintomatología no estudiadas en esta revisión.

En cuanto al objetivo específico final, con respecto a las diferencias entre la zona de tratamiento y la efectividad sobre la osteogénesis; no se puede hacer comparaciones entre los estudios que forman parte de esta revisión debido a la heterogeneidad del tipo y tiempo del campo magnético. Tampoco se han encontrado ningún tipo de estudio que se centre en la existencia de diferencias según la zona de tratamiento.

Finalmente, abordamos el objetivo principal de esta revisión. Los efectos de la terapia de campo magnético en la osteogénesis. Según los estudios analizados en esta revisión, no hay diferencias estadísticamente significativas entre recibir terapia de campo magnético y no recibirla, con respecto a la regeneración ósea. Estos resultados concuerdan con la última revisión realizada sobre el tema en 2011 (34), la cual analiza cuatro ensayos clínicos controlados aleatorizados y muestra que no existen efectos significativos a favor del tratamiento con estimulación electromagnética.

En 2008 se realizó un meta-análisis (35) de los efectos de la estimulación electromagnética en fracturas de huesos largos. Sus conclusiones coinciden con las de esta revisión, no encontrando diferencias entre los sujetos que recibían terapia de campo magnético con los que no la recibían.

Contrastando con estos resultados, un revisión anterior realizada en 2007 (36), concluye que la evidencia analizada en dicho estudio apoya la utilización de estimulación electromagnética en el tratamiento de retrasos de consolidación en la tibia. De la misma forma, varios ensayos clínicos aleatorizados anteriores al año 2000 apoyan este tratamiento para favorecer la regeneración ósea. Por ejemplo, Sharrad (37) obtuvo diferencias estadísticamente significativas (p valor = 0.002) en la

consolidación radiológica a favor de grupo de intervención. Wahlström (38) también mostró diferencias estadísticamente significativas a favor del campo electromagnético de baja frecuencia en para la mejora de curación de las fracturas.

Estas diferencias pueden ser debidas a la menor calidad radiográfica que había en años pasados o a la diferencia de tipo de campos magnéticos (no especificados).

6.2 Limitaciones del estudio

En el proceso de elaboración de la presente revisión sistemática se han detectado algunas limitaciones, detalladas en la Tabla 2, que pueden comprometer la validez y fiabilidad de los resultados.

Limitación	
Idioma	Sólo se han tenido en cuenta estudios en español y en inglés.
Número de autores	Tanto la búsqueda bibliográfica como la evaluación metodológica de los estudios fueron realizadas por un único autor.
Palabras clave	Se podrían haber tenido en cuenta más palabras clave para la búsqueda bibliográfica.
Heterogeneidad de los artículos	La principal limitación, debido a la gran variedad de tipo de intervención, además en muchos casos sin especificar los valores utilizados de campo magnético. También ha impedido la comparación entre los artículos las grandes diferencias entre el tipo de pacientes de cada estudio.

7. CONCLUSIÓN

La falta de homogeneidad, tanto en el tipo de campo magnético utilizado como en el tipo de pacientes (patología principal y zona de ésta), impide la comparación de los estudios haciendo así imposible la realización de conclusiones certeras.

Aún a pesar es esto, según la bibliografía consultada, se puede concluir que los efectos de la terapia de campo magnético en la osteogénesis no tienden a ser positivos. Ni parece que existan diferencias entre el tipo, el tiempo ni la zona de tratamiento con respecto a la efectividad de éste.

Es necesaria la realización de más ensayos clínicos con homogeneidad en los campos magnéticos para afirmar o negar la efectividad de esta terapia en la osificación.

Con respecto a posibles líneas de investigación futuras, podría ser interesante el desarrollo de estudios en relación a qué valores de intensidad y frecuencia son más efectivos y cuáles menos referentes al tratamiento de una falta de osificación.

En relación a la elaboración de futuros estudios, sería necesaria la previa investigación de cuáles son los marcadores óseos más representativos de la osteogénesis y de la fiabilidad de una valoración radiográfica para la determinación de una consolidación completa.

Para finalizar, añadir un aspecto más para las futuras investigaciones como puede ser una homogeneidad de la muestra en cuanto a la edad; debido a que la velocidad de la osificación es diferente en distintas décadas de la vida.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Takur A. Magnetoterapia [Internet]. Obelisco; 1995. Available from: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=4&sid=4f1601cf-f172-425c-94cf-9393a1ff4108%40sessionmgr120&hid=117&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3D%3D#AN=cbzara.b1518826&db=cat00574a>
2. Warnke U. Historia del empleo terapéutico de campos magnéticos en medicina. Artegráfica Leonel, editor. Buenos Aires; 1996.
3. Rinker F. La fuerza invisible. Masón, editor. London; 1997.
4. Fukada E, Yasuda I. On the Piezoelectric Effect of Bone. J Phys Soc Japan [Internet]. 1957 Oct 15;12(10):1158–62. Available from: <http://journals.jps.jp/doi/10.1143/JPSJ.12.1158>
5. Zayas J. La magnetoterapia y su aplicación en la medicina. Rev Cuba Med Gen Integr. 2002;18(1):60–72.
6. Rodríguez J. Electroterapia en Fisioterapia [Internet]. 3ª Edición. Editorial Médica Panamericana, editor. 2014. Available from: <http://www.medicapanamericana.com.roble.unizar.es:9090/visorebookv2/ebook/9788498357592#%7B%22Pagina%22:%22459%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22%7D>
7. Martínez C, Capellas L, Tinoco J. Magnetoterapia en retardos de consolidación. 66 Rehabil. 2001;35(5):312–4.
8. Rioja J. ELECTROTERAPIA Y ELECTRODIAGNÓSTICO. Universidad de Valladolid, editor. 1993.
9. Lavine L, Gordon A. Electrical stimulation of repair bone. J Bone Jt Surg. 1987;69A:626–30.
10. Miller G. Experiencia con la estimulación eléctrica en las desuniones. Bolet Hosp Gaing Dis Orth Inst. 1987;43(2):178–81.
11. Yasuda I, Noguchi J. Electrical callus and callus formation by electret. J Bone Jt Surg [Internet]. 1955;37A:1292–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/598093>
12. Wheeler P, Burkitt H, Daniels V. Functional Histology. New York Churchill Livingstone ed. 1987;142–60.
13. Fernández I, Alobera M, Canto M, Blanco L. Physiological bases of bone regeneration I. Histology and physiology of bone tissue [Internet]. Vol. 11, Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal. Medicina Oral Place of publication not identified; 2006. 47-51 p. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000100011

14. Becerra J, Andrades J, Santamaría J, Cifuentes M, Guerado E. Regeneración ósea, terapia celular e ingeniería tisular. *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2001;116(1):23–34. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002577530171706X>
15. Davies J. Understanding Peri-Implant Endosseous Healing. *J od Dent Educ* [Internet]. 2005;67(8). Available from: http://www.ecf.utoronto.ca/~bonehead/pdf/Understanding_Perio-Implant_Endosseous_Healing.pdf
16. Jensen S, Broggin N, Hjorting-Hansen E, Schenk R, Buser D. Bone healing and graft resorption of autograft, anorganic bovine bone and beta-tricalcium phosphate. A histologic and histomorphometric study in the mandibles of minipigs. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2006 Jun;17(3):237–43. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16672017>
17. Hing K, Wilson L, Buckland T. Comparative performance of three ceramic bone graft substitutes. *Spine J* [Internet]. 2007 Jul;7(4):475–90. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17630146>
18. Trueta J. THE ROLE OF THE VESSELS IN OSTEOGENESIS. *J Bone Jt Surg Br* [Internet]. 1963;45:402. Available from: <http://www.boneandjoint.org.uk/content/jbjsbr/45-B/2/402.full.pdf>
19. Sun L, Hsieh D, Lin P, Chiu H, Chiou T. Pulsed electromagnetic fields accelerate proliferation and osteogenic gene expression in human bone marrow mesenchymal stem cells during osteogenic differentiation. *Bioelectromagnetics* [Internet]. 2010 Apr;31(3):209–19. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19866474>
20. Ross C, Siriwardane M, Almeida-Porada G, Porada C, Brink P, Christ G, et al. The effect of low-frequency electromagnetic field on human bone marrow stem/progenitor cell differentiation. *Stem Cell Res*. 2015;15(1):96–108.
21. Urdampilleta A, Vicente-Salar N, Miguel J, Sanz M. Ítems de referencia para publicar Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis: La Declaración PRISMA. *Rev Española Nutr Humana y Dietética* [Internet]. 2012;16(1):25–35. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2173-1292\(12\)70068-6](http://dx.doi.org/10.1016/S2173-1292(12)70068-6)
22. Stone P. Popping the (PICO) question in research and evidence-based practice. *Appl Nurs Res* [Internet]. 2002 Aug;15(3):197–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12173172>
23. Verhagen A, de Vet H, de Bie R, Kessels A, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi List: A Criteria List for Quality Assessment of Randomized Clinical Trials for Conducting Systematic Reviews Developed by Delphi Consensus. *J Clin Epidemiol* [Internet]. 1998 [cited 2017 May 29];51(12):1235–41. Available from: <http://www.sciencedirect.com/roble.unizar.es:9090/science/article/pii/S0895435698001310>

24. Mészáros S, Tabák A, Horváth C, Szathmári M, László J. Influence of local exposure to static magnetic field on pain perception and bone turnover of osteoporotic patients with vertebral deformity – a randomized controlled trial. *Int J Radiat Biol* [Internet]. 2013 Oct 29;89(10):877–85. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09553002.2013.800249>
25. Mauro R., Sarmiento de la Guardia M. PRM, Ortiz Rivera T., Ortiz Estanque E. SAC. Estimulación magnética en fracturas de Colles. *Semergen* [Internet]. 2011;3782. Available from: http://ac.els-cdn.com/S1138359310004028/1-s2.0-S1138359310004028-main.pdf?_tid=90fc2130-2923-11e7-8e53-00000aab0f01&acdnat=1493062019_a01418a16908e1d6f3085897f76d8055
26. Shi H, Xiong J, Chen Y, Wang J, Qiu X, Wang Y, et al. Early application of pulsed electromagnetic field in the treatment of postoperative delayed union of long-bone fractures: a prospective randomized controlled study. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2013;14(1):35. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3556314&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
27. Martinez-Rondanelli A, Martinez J, Moncada M, Manzi E, Pinedo C, Cadavid H. Electromagnetic stimulation as coadjuvant in the healing of diaphyseal femoral fractures: a randomized controlled trial. *Colomb Med* [Internet]. 2014;45(2):67–71. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25100891>
28. Spadaro J, Short W, Sheehe P, Hickman R, Feiglin D. Electromagnetic effects on forearm disuse osteopenia: A randomized, double-blind, sham-controlled study. *Bioelectromagnetics* [Internet]. 2011 May;32(4):273–82. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/bem.20632>
29. Adie S, Harris I, Naylor J, Rae H, Dao A, Yong S, et al. Pulsed electromagnetic field stimulation for acute tibial shaft fractures: a multicenter, double-blind, randomized trial. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 2011;93(17):1569–76. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21915570>
30. Hannemann P, Göttgens K, Van-Wely B, Kolkman K, Werre A, Poeze M, et al. The clinical and radiological outcome of pulsed electromagnetic field treatment for acute scaphoid fractures A RANDOMISED DOUBLE-BLIND PLACEBO-CONTROLLED MULTICENTRE TRIAL. *J Bone Jt Surg Br* [Internet]. 2012;9494(10):1403–8. Available from: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/jbjsbr/94-B/10/1403.full.pdf>
31. Moncada M, Sarmiento C, Martinez C, Martinez A. Magnetic stimulation for fracture consolidation — Clinical study. In: *Annual International Conference of the IEEE EMBS* [Internet]. Bonton: IEEE; 2011. p. 1141–4. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6090267/>

32. Hannemann P, van-Wezenbeek M, Kolkman K, Twiss E, Berghmans C, Dirven P, et al. CT scan-evaluated outcome of pulsed electromagnetic fields in the treatment of acute scaphoid fractures: a randomised, multicentre, double-blind, placebo-controlled trial. *Bone Joint J* [Internet]. 2014;96-B(8):1070–6. Available from: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/cgi/doi/10.1302/0301-620X.96B8.33767>
33. Costantino C, Pogliacomì F, Passera F, Concari G. Treatment of wrist and hand fractures with natural magnets: Preliminary report. *Acta Biomed l'Ateneo Parm.* 2007;78(3):198–203.
34. Griffin X, Costa M, Parsons N, Smith N. Electromagnetic field stimulation for treating delayed union or non-union of long bone fractures in adults. In: *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2011. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD008471.pub2>
35. Mollon B, da Silva V, Busse J, Einhorn T, Bhandari M. Electrical Stimulation for Long-Bone Fracture-Healing: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Bone Jt Surgery-American Vol* [Internet]. 2008 Nov;90(11):2322–30. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18978400>
36. Griffin X, Warner F, Costa M. The role of electromagnetic stimulation in the management of established non-union of long bone fractures: What is the evidence? 2007 [cited 2017 May 24]; Available from: http://ac.els-cdn.com/S0020138307005311/1-s2.0-S0020138307005311-main.pdf?_tid=2301d626-4065-11e7-a7fd-00000aacb362&acdnat=1495619058_c8b7ac71cb994b471f5393103293ef4d
37. Sharrard W. A double-blind trial of pulsed electromagnetic fields for delayed union of tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 1990 May;72(3):347–55. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2187877>
38. Wahlström O. Stimulation of fracture healing with electromagnetic fields of extremely low frequency (EMF of ELF). *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 1984 Jun;(186):293–301. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6233054>
39. Vilagut G, Ferrer M, Rajmil L, Rebollo P. El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos [Internet]. Vol. 19, *Gaceta Sanitaria*. Ediciones Doyma; 2005. 135-150 p. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112005000200007
40. Winquist R, Hansen S, Clawson D. Closed intramedullary nailing of femoral fractures. A report of five hundred and twenty cases. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 1984 Apr;66(4):529–39. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6707031>

41. Navarro R, Navarro R. Fracturas diafasaria. 2011;(21). Available from: https://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/5985/1/0514198_00012_0003.pdf
42. Alonso J. Cuestionario de Salud SF-36. IMIM [Internet]. Available from: http://www.criticalcarenutrition.com/docs/reenergize_def/SF-36Spanish.pdf

9. ANEXOS

Anexo 1. Ítems escala de PEDro.

Criterios	Sí	No
1. Criterios de elegibilidad fueron especificados (no se cuenta para el total)	1	0
2. Sujetos fueron ubicados aleatoriamente en grupos	1	0
3. La asignación a los grupos fue encubierta	1	0
4. Los grupos tuvieron una línea de base similar en los indicadores de pronóstico más importante	1	0
5. Hubo cegamiento para todos los sujetos	1	0
6. Hubo cegamiento para todos los terapeutas que administraron la intervención	1	0
7. Hubo cegamiento de todos los asesores que midieron al menos un resultado clave	1	0
8. Las mediciones de al menos un resultado clave fueron obtenidas en más del 85% de los sujetos inicialmente ubicados en los grupos	1	0
9. Todos los sujetos medidos en los resultados recibieron el tratamiento o condición de control tal como se les asignó, o si no fue este el caso, los datos de al menos uno de los resultados clave fueron analizados con intención de tratar	1	0
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron reportados en al menos un resultado clave	1	0
11. El estudio provee puntos y mediciones de variabilidad para al menos un resultado clave	1	0

Anexo 2. Clasificación de Sarmiento

Etapa 1	Formación de callo. Imagen con esclerosis de los fragmentos óseos
Etapa 2	Formación de trabéculas óseas en la solución de continuidad
Etapa 3	Radiopacidad completa del callo y restauración del canal medular

Anexo 3. Cuestionario SF-36 (42)

Su Salud y Bienestar

Por favor conteste las siguientes preguntas. Algunas preguntas pueden parecerse a otras pero cada una es diferente.

Tómese el tiempo necesario para leer cada pregunta, y marque con una la casilla que mejor describa su respuesta.

¡Gracias por contestar a estas preguntas!

1. En general, usted diría que su salud es:

<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala

2. ¿Cómo diría usted que es su salud actual, comparada con la de hace un año?:

Mucho mejor ahora que hace un año	Algo mejor ahora que hace un año	Más o menos igual que hace un año	Algo peor ahora que hace un año	Mucho peor ahora que hace un año
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

5. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido o nervioso)?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a ¿Tuvo que <u>reducir el tiempo</u> dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas <u>por algún problema emocional</u> ?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b <u>Hizo menos</u> de lo que hubiera querido hacer <u>por algún problema emocional</u> ?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c ¿Hizo su trabajo o sus actividades cotidianas <u>menos cuidadosamente</u> que de costumbre, <u>por algún problema emocional</u> ?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

6. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?

Nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

7. ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?

No, ninguno	Sí, muy poco	Sí, un poco	Sí, moderado	Sí, mucho	Sí, muchísimo
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6

8. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

Nada	Un poco	Regular	Bastante	Mucho
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

3. Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal. Su salud actual, ¿le limita para hacer esas actividades o cosas? Si es así, ¿cuánto?

	Si, me limita mucho	Si, me limita un poco	No, no me limita nada
a <u>Esfuerzos intensos</u> , tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
b <u>Esfuerzos moderados</u> , como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de 1 hora.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
c Coger o llevar la bolsa de la compra.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
d Subir <u>varios</u> pisos por la escalera.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
e Subir <u>un sólo</u> piso por la escalera.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
f Agacharse o arrodillarse.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
g Caminar <u>un kilómetro o más</u> .	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
h Caminar varios centenares de metros.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
i Caminar unos 100 metros.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
j Bañarse o vestirse por sí mismo.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3

4. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a ¿Tuvo que <u>reducir el tiempo</u> dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b <u>Hizo menos</u> de lo que hubiera querido hacer?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c ¿Tuvo que <u>dejar de hacer algunas tareas</u> en su trabajo o en sus actividades cotidianas?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d ¿Tuvo <u>dificultad</u> para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal)?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

9. Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted. Durante las últimas 4 semanas ¿con qué frecuencia...

	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
a se sintió lleno de vitalidad?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b estuvo muy nervioso?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d se sintió calmado y tranquilo?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
e tuvo mucha energía?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
f se sintió desanimado y deprimido?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
g se sintió agotado?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
h se sintió feliz?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
i se sintió cansado?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

10. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?

Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

11. Por favor diga si le parece CIERTA o FALSA cada una de las siguientes frases:

	Totalmente cierta	Bastante cierta	No lo sé	Bastante falsa	Totalmente falsa
a Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b Estoy tan sano como cualquiera	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c Creo que mi salud va a empeorar	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d Mi salud es excelente	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

Gracias por contestar a estas preguntas

Anexo 4. Significado puntuaciones SF-36 (39)

Dimensión	N.º de ítems	Significado de las puntuaciones de 0 a 100	
		-Peor- puntuación (0)	-Mejor- puntuación (100)
Función física	10	Muy limitado para llevar a cabo todas las actividades físicas, incluido bañarse o ducharse, debido a la salud	Lleva a cabo todo tipo de actividades físicas incluidas las más vigorosas sin ninguna limitación debido a la salud
Rol físico	4	Problemas con el trabajo u otras actividades diarias debido a la salud física	Ningún problema con el trabajo u otras actividades diarias debido a la salud física
Dolor corporal	2	Dolor muy intenso y extremadamente limitante	Ningún dolor ni limitaciones debidas a él
Salud general	5	Evalúa como mala la propia salud y cree posible que empeore	Evalúa la propia salud como excelente
Vitalidad	4	Se siente cansado y exhausto todo el tiempo	Se siente muy dinámico y lleno de energía todo el tiempo
Función social	2	Interferencia extrema y muy frecuente con las actividades sociales normales, debido a problemas físicos o emocionales	Lleva a cabo actividades sociales normales sin ninguna interferencia debido a problemas físicos o emocionales
Rol emocional	3	Problemas con el trabajo y otras actividades diarias debido a problemas emocionales	Ningún problema con el trabajo y otras actividades diarias debido a problemas emocionales
Salud mental	5	Sentimiento de angustia y depresión durante todo el tiempo	Sentimiento de felicidad, tranquilidad y calma durante todo el tiempo
Ítem de Transición de salud	1	Cree que su salud es mucho peor ahora que hace 1 año	Cree que su salud general es mucho mejor ahora que hace 1 año

Anexo 5. Clasificación de Winquist de las fracturas diafisarias femorales conminutas (40).

Tipo I	Fractura transversal con pequeño fragmento en mariposa
Tipo II	Fractura con fragmento mayor en a la mariposa
Tipo III	Fractura con gran fragmento óseo de más de un 50% de la circunferencia del hueso con solo un pico manteniendo el contacto entre los dos fragmentos.
Tipo IV	Presenta una conminución segmentaria sin contacto entre los dos fragmentos proximal y distal.

Anexo 6. Imagen clasificación de Winqvist (41).

